PART2 熱塩循環と海水の鉛直構造

目標　熱塩循環の原理と，海水の鉛直構造の特徴について説明することができる。

Chapter1　熱塩循環と海水の鉛直構造

地学基礎でも学んだように，海洋は層構造をなしています。ここでは，海洋の鉛直断面について学びましょう。

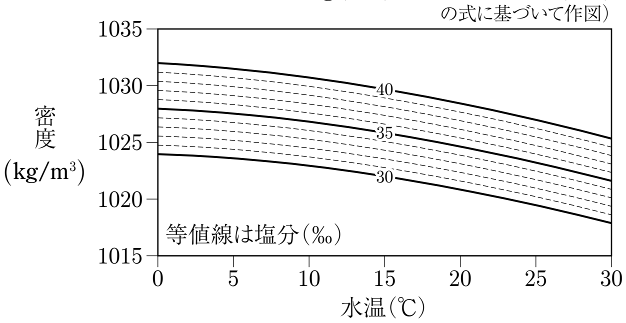
海水の水温と塩分の分布

・海水の塩分

海水には，塩化ナトリウムをはじめとする塩類が溶けている。その割合は海水 1kg あたり約（35g / 3.5g）であり，これは千分率〔‰（パーミル）〕を用いて 35‰と表される。

・海水の密度

（Millero and Huang (2009) と Jones and Harris (1992) の式に基づいて作図）



→海水の密度は，水温が（高い / 低い）ほど，また塩分が（高い / 低い）ほど大きい。

・熱塩循環

グリーンランド沖や南極大陸周辺では，大気による冷却で水温が低くなったり，結氷により塩分が高くなったりすることで表層の海水の密度が大きくなる。密度の大きな海水は沈み込み，海洋の鉛直方向の循環を引き起こす。この循環を**熱塩循環**という。

知っておこう
海水が凍るとき，氷の中には塩類が含まれにくく，海水中に塩類が取り残されます。その結果として，海水の塩分が大きくなるのです。

・**海洋の南北断面〔大西洋の例〕**

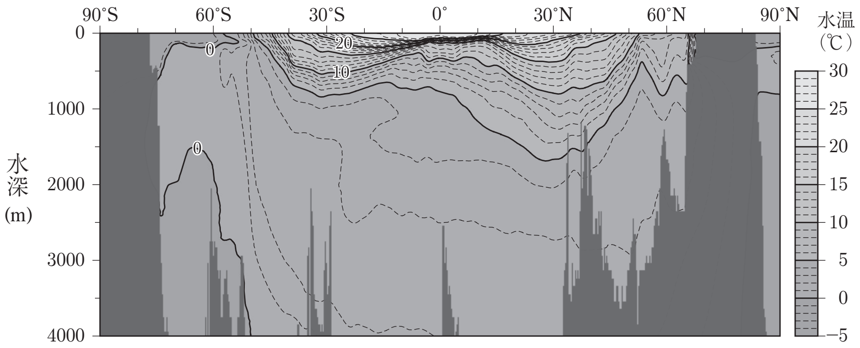
水深が約 1500m より大きな部分では海域による水温や塩分の違いが小さく，この部分を**深層**という。深層の海水が海域によらず比較的均質なのは，熱塩循環の一部として深層の海水が広範囲をゆっくりと循環しているからである。

また，南北半球の高緯度には塩分や水温が深さによらずほぼ一定となっている部分があり，ここでは鉛直方向の水の運動が起こっている。

覚えておこう

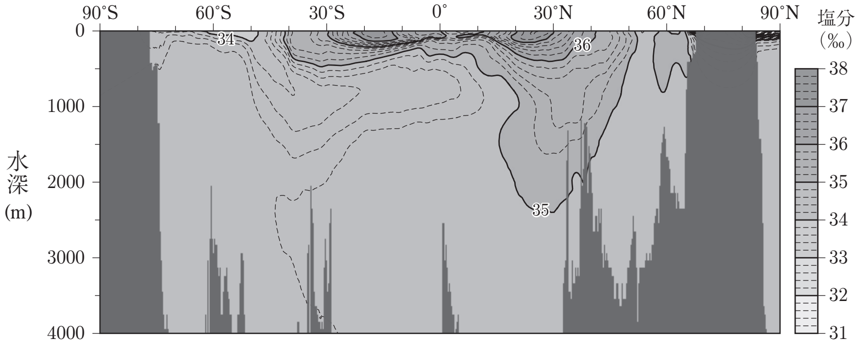
深層の海水の循環を深層循環といいます。これにより，深層の海水は 1000 ～ 2000 年をかけて世界中の深海をめぐっています。

水温



（NOAAによる World Ocean Atlas 2023 のデータをもとに作成）

塩分



（NOAAによる World Ocean Atlas 2023 のデータをもとに作成）

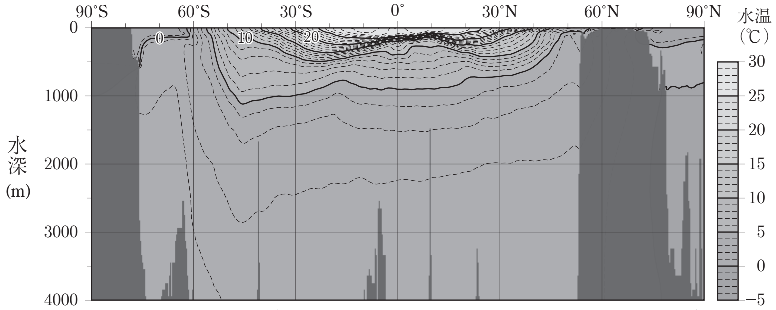
まとめ

・海水の密度は，水温が＿＿＿，塩分が＿＿＿ほど大きい。
・グリーンランド沖や南極大陸周辺では，大気による冷却で水温が低くなることや，＿＿＿＿によって塩分が高くなることで海水の密度が＿＿＿＿＿なる。
・このような水温と塩分の違いによって生じる海洋の鉛直方向の循環を＿＿＿＿＿＿＿といい，その結果として深層の海水は海域によらずほぼ均質となっている。

Chapter2　演習問題

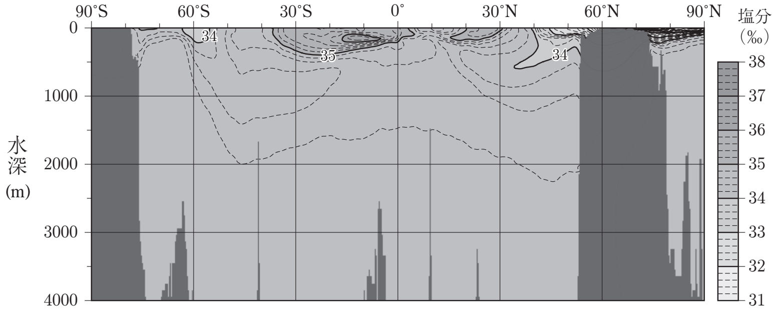
次の図は，太平洋の南北断面における水温と塩分を示した図です。ここでは，この図を用いて海洋の鉛直構造について確認しましょう。

水温



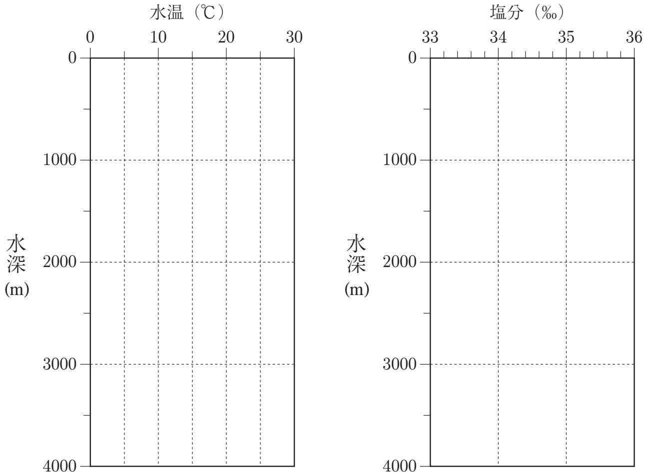
（NOAAによる World Ocean Atlas 2023 のデータをもとに作成）

塩分

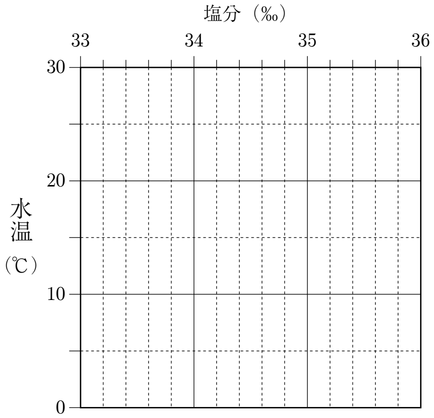


（NOAAによる World Ocean Atlas 2023 のデータをもとに作成）

問題(1)　上の図をもとにして，赤道，南緯 30°，南緯 60°における水温と塩分の鉛直分布を，次のグラフ上に描きましょう。それぞれの地点における曲線は，色または線種を変えて区別できるようにしてください。



問題⑵ 問題⑴の結果を参考にして，赤道，南緯30°，南緯60°の海面から深さ4000mまでにおける水温と塩分の関係を次の図中に描きましょう。ただし，海面から水深1000mごとに点を打ち，それらをもとに曲線を描いてください。



問題⑶ 太平洋の海洋の鉛直断面について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

海面付近の水温は，南北半球ともに赤道付近で最も高く，極に近づくにつれて低くなっている。一方，海面付近の塩分は北緯0°～北緯20°を中心として，その両側で一度（高く / 低く）なり，緯度60°前後の高緯度で（高く / 低く）なっている。これは，赤道のやや北側や緯度60°前後の高緯度では降水量が蒸発量よりも（多く / 少なく），その間の亜熱帯では降水量が蒸発量よりも（多い / 少ない）ことに対応している。

また，赤道から中緯度にかけての水深1000m付近には，表層とくらべて塩分の（高い / 低い）海水が分布している。このような海水は塩分だけから考えると表層よりも密度が（大きい / 小さい）が，実際には水温が表層よりも（高い / 低い）ことから表層よりも密度が（大きく / 小さく）なっている。

さらに，水深が3000mより大きな部分の海水の性質は緯度によらずほぼ等しく，これは深層循環の結果だと考えられる。

第15講 PART2　確認問題

問１　海水の塩分と密度について，次の問いに答えよ。

(1)　海水の塩分は何‰か。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　0.35‰　②　3.5‰　③　35‰　④　350‰

(2)　海水の密度と水温・塩分の関係について最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　水温が高いほど，塩分が高いほど，密度は大きくなる。
②　水温が高いほど，塩分が低いほど，密度は大きくなる。
③　水温が低いほど，塩分が高いほど，密度は大きくなる。
④　水温が低いほど，塩分が低いほど，密度は大きくなる。

問２　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

地球の南北半球の高緯度地域では，水温が低くなったり結氷により塩分が高くなったりすることで，表層の海水の密度が大きくなる。密度の大きな海水は沈み込むので，鉛直方向の循環を引き起こす。この循環を（　ア　）という。

水深が約 1500m より大きな深層では，（　ア　）の一部として，海水が広範囲をゆっくりと循環している。この循環を（　イ　）といい，（　ウ　）年をかけて世界中の深海をめぐっている。

(1)　空欄ア～ウに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：熱塩循環　イ：深層循環　ウ：1000 ～ 2000
②　ア：熱塩循環　イ：深層循環　ウ：10000 ～ 20000
③　ア：深層循環　イ：熱塩循環　ウ：1000 ～ 2000
④　ア：深層循環　イ：熱塩循環　ウ：10000 ～ 20000

⑵ （　イ　）の結果として，深層の海水の性質にはどのような特徴があるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　低緯度ほど水温や塩分が高い。

②　中緯度付近で水温や塩分が最も高い。

③　高緯度ほど水温や塩分が高い。

④　緯度によらず水温や塩分はほぼ等しい。

第 15 講　海洋

PART1　海流

問題(1)　北向き，南向き，東向き，20 倍，20 倍，カリフォルニア海流，黒潮

問題(2)　反時計回り，時計回り，西から東，古第三紀

PART2　熱塩循環と海水の鉛直構造

問題(1)　【※図参照】

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　高く，低く，多く，少ない，低い，小さい，低い，大きく

PART3　波

問題(1)　数 m~ 数百 m，小さい，表面波，長い，15 m，54km，2 日

問題(2)　数十 km~ 数百 km，大きい，長波，200 m，720km，1 日，遅く，高く

PART4　潮汐

問題(1)　ア：0.0339

問題(2)　イ：1.04　ウ：25.0　エ：12.5

問題(3)　大きく，新月と満月，小さく，上弦の月と下弦の月，大潮，1 週間

第 15 講　PART2　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
海水 1kg に約 35g の塩分が含まれる。‰（パーミル）は千分率ともいう。

(2)　③

解説：
水温が低いほど，また，塩分が高いほど，海水の密度は大きくなる。

問 2

(1)　①

解説：
グリーンランド沖や南極付近の海で起こった熱塩循環により，深層で世界中をめぐる海水の流れができている。

(2)　④

解説：
深層循環によって，深層の海水は海域によらず比較的均質になっている。